

MAISE MENDONÇA AMORIM

**RELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DO PROCESSO CORONÓIDE DA MANDÍBULA
E A ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO TEMPORAL NAS
DIFERENTES CLASSES ESQUELÉTICAS.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do Título de Doutor em Biologia
Buco-Dental – Área de Anatomia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Ferreira Caria
Co-Orientadora: Profa. Dra. Darcy de Oliveira Tosello

Piracicaba

2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Am68r	<p>Amorim, Maise Mendonça.</p> <p>Relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula e a atividade eletromiográfica do músculo temporal nas diferentes classes esqueléticas. / Maise Mendonça Amorim. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2007.</p> <p>Orientadores: Paulo Henrique Ferreira Caria, Darcy de Oliveira Tosello.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Eletromiografia. 2. Ossos. 3. Morfologia. I. Caria, Paulo Henrique Ferreira. II. Tosello, Darcy de Oliveira. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">(mg/fop)</p>
-------	--

Título em Inglês: Relation between the angle of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the anterior part of temporal muscle in the different skeletal classes

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Electromyography. 2. Bones. 3. Morphology

Área de Concentração: Anatomia

Titulação: Doutor em Biologia Buco-Dental

Banca Examinadora: Cristiane Rodrigues Pedroni, Darcy de Oliveira Tosello, Fausto Bérzin, Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes, Solange Maria de Almeida

Data da Defesa: 12-12-2007

Programa de Pós-Graduação em Biologia Buco-Dental



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 12 de Dezembro de 2007, considerou a candidata MAISE MENDONÇA AMORIM aprovada.

PROFa. DRa. DARCY DE OLIVEIRA TOSELLO

PROF. DR. SÉRGIO LÚCIO PEREIRA DE CASTRO LOPES

PROFa. DRa. CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI

PROFa. DRa. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA

PROF. DR. FAUSTO BERZIN

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Adelaide Maria Mendonça Amorim, alicerce para todas as minhas conquistas, exemplo da mais pura dedicação e inteira doação a seus filhos, permeada pelos mais sinceros e verdadeiros valores de honestidade e dignidade. Fonte de inspiração e coragem para a realização dos meus sonhos, este trabalho é fruto do seu empenho em me fazer feliz.

*“Não há escola que se iguale a um lar decente
Nem professores que se igualem a pais honestos
e virtuosos.”*

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Agradeço ao meu querido mestre Prof. Erasmo de Almeida Júnior, que me apresentou à carreira acadêmica e me concedeu todas as oportunidades de crescimento profissional ainda na graduação. Admiro-te pelo seu empenho em formar futuros mestres e pesquisadores, pela arte de fazer pesquisa independente de condições estruturais e materiais. Hoje me espelho em ti, buscando refletir todos os valores e aprendizados que me foram concedidos durante a convivência contigo, baseados sempre no mais nobre dos sentimentos, o amor. A oportunidade de ter estado a seu lado é a tradução mais perfeita da presença de Deus em minha vida.

"Viver apenas um dia e ouvir um bom ensinamento é melhor do que viver um século sem conhecer tal ensinamento."

Buda

AGRADECIMENTOS

*“A gente pode morar
numa casa mais ou menos,
numa rua mais ou menos,
numa cidade mais ou menos
e até ter um governo mais ou menos.
A gente pode dormir
numa cama mais ou menos,
comer um feijão mais ou menos,
ter um transporte mais ou menos
e até ser obrigado a acreditar
mais ou menos no futuro.
A gente pode olhar em volta e sentir
que tudo está mais ou menos,
tudo bem!
Mas o que a gente não pode mesmo,
nunca, de jeito nenhum:
É amar mais ou menos,
é sonhar mais ou menos,
é ser amigo mais ou menos,
é namorar mais ou menos,
é ter fé mais ou menos,
é acreditar mais ou menos.
Senão a gente corre o risco de se tornar
uma pessoa mais ou menos.”*

Chico Xavier

Agradeço a Deus pelas tantas graças a mim concedidas, por tanto amor a mim dispensado.
“Tudo posso Naquele que me fortalece.”

A minha irmã Fabiane, meu anjo da guarda, expressão mais sublime do verdadeiro amor. A certeza do teu amor e apoio constante é combustível para o meu espírito, é o estímulo que me faz seguir sempre em frente.

*“Se você viver cem anos eu quero viver cem anos menos um dia, assim nunca terei de viver sem você.”
Winnie Pooh*

Aos meus irmãos Alana e Vitor. Alana, exemplo de coragem e determinação; meu amado Vitor, me apoiando sempre, mesmo na mais pura inocência da sua juventude, seu amor é tudo pra mim.

“É só pensar em você que muda o dia, minha alegria dá pra ver....”

Chico César

Ao meu orientador Prof. Paulo Henrique Ferreira Cária, mestre na arte do ensino da Anatomia. Muito obrigada por ter me aberto as portas da UNICAMP, possibilitando a realização deste grande sonho.

"Se eu não fosse imperador, desejaria ser professor. Não conheço missão maior e mais nobre que a de dirigir as inteligências jovens e preparar os homens do futuro."

D. Pedro II

A minha amiga Cynthia, a quem eu devo todas as minhas alegrias e conquistas vividas em Piracicaba. Sei que Deus te colocou na minha vida no momento em que mais precisei, veio como uma representante Dele para cuidar de mim. Mas hoje sei que Ele vai te mandar para cuidar de outro alguém necessitado, tão merecedor dessa benção como eu fui. E é por isso que me conformo em seguir em frente sem tua companhia, embora esteja presente eternamente na minha memória e no meu coração.

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis."

Fernando Pessoa

A minha amiga Lucielma, que tantas vezes me confortou com palavras sábias, que tantas horas destinou a me ouvir, a me entender, a me aconselhar. A pessoa que me ensinou a arte de saber lidar com as situações mais inusitadas sem perder o bom-humor, tornando mais leve e saudável nossa passagem por essa vida. Muito obrigada por fazer parte da minha vida.

"O que as grandes e puras afeições têm de bom é que, depois da felicidade de as ter sentido, há ainda a felicidade de recordá-las."

Montesquieu

A minha amiga Cristiane Pedroni, por todo o apoio e carinho, pelos momentos divertidos, pelas suas gargalhadas, criando um ambiente sempre melhor, tornando mais agradável as horas de trabalho árduo.

"Não é preciso entrar para a história para fazer um mundo melhor."

Mahatma Gandhi

Ao meu amigo Sérgio Lopes, uma das pessoas mais belas que já conheci. É a reunião, em um único ser humano, dos sentimentos mais nobres, como o amor ao próximo, a solidariedade, a bondade e a compaixão.

"Duas coisas projetam o homem acima das coisas mundanas: a simplicidade e a pureza. A primeira busca Deus; a segunda O encontra e Nele se rejubila."

Tomás de Kempis

Ao meu amigo Alexandre, grande incentivador e responsável direto por todas as minhas conquistas profissionais, desde o mestrado na UNICAMP, até a minha efetivação na UFBA. Profissional e pesquisador exemplar, tenho muito orgulho de ti, és um exemplo a ser seguido.

“No caráter, na conduta, no estilo, em todas as coisas, a simplicidade é suprema virtude.”

Henry Longfellow

Aos meus amigos da pós-graduação, Cláudia Lopes, Dani Pita, Flávia Ramos, Andréia Silva, Liza Ramenzoni, Maria Aparecida Varela, Daniela Silva, Felipe Bevilaqua. Amigos inesquecíveis, momentos especiais, lembranças eternas.

“Celebrar a vida é somar amigos, experiências e conquistas, dando-lhes sempre algum significado.”

Fernando Brant

Ao Prof . Fausto Bérzin, pelo acolhimento fraterno, por tanto carinho, demonstrado nos mais simples gestos do dia-a-dia.

*"Pensa como pensam os sábios, mas fala
como falam as pessoas simples."*

Aristóteles

Ao técnico da Radiologia, Fernando Sousa Andrade, que gentilmente radiografou todos os meus voluntários, com profissionalismo exemplar e bom-humor admirável. Você foi essencial para concretização deste trabalho.

"Escolha um trabalho que ames e não terás que trabalhar um único dia de sua vida."

Confúcio

Ao Prof. Francisco Haiter Neto, que me disponibilizou a Clínica de Radiologia, possibilitando a execução deste trabalho, reforçando o verdadeiro conceito de Universidade.

Aos meus voluntários, que se dispuseram a me ajudar gratuitamente, e que são, na realidade, os artistas principais deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de doutorado.

RESUMO

O desenvolvimento do ramo da mandíbula é um importante evento do crescimento craniofacial, com vetor superior e posterior. Assim como o desenvolvimento, a morfologia do tecido ósseo está relacionada com a atividade muscular. Diante destes aspectos, o objetivo desta pesquisa foi analisar a relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula no sentido látero-lateral e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal, em indivíduos de diferentes classes esqueléticas. Foram avaliados 67 voluntários (25 do gênero feminino e 42 do gênero masculino; média $24,6 \pm 4,5$ anos), subdivididos em três grupos de acordo com o ângulo ANB, em Classes I (n=25), II (n=22) e III (n=20). Foram realizados dois exames radiográficos, uma telerradiografia em norma lateral para a mensuração do ângulo ANB e classificação dos indivíduos, e uma telerradiografia em norma frontal para a mensuração do ângulo do processo coronóide. O exame eletromiográfico foi realizado com a finalidade de avaliar a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal. A análise estatística dos dados mostrou não haver relação entre o ângulo do processo coronóide e classe esquelética nas três classes analisadas. A variabilidade intra-grupo foi significativa para todas as classes esqueléticas. Não houve relação entre a atividade da parte anterior do músculo temporal e o ângulo do processo coronóide nos indivíduos Classe I e II. No grupo Classe III houve relação significativa entre os dois fatores analisados; a análise da atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal apresentou diferenças estatisticamente significantes nos indivíduos Classe II, quando comparada aos indivíduos Classe I e III, que apresentaram valores médios similares. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o ângulo do processo coronóide não é influenciado pela classe esquelética; a atividade da parte anterior do músculo temporal pode influenciar no ângulo do processo coronóide em indivíduos Classe III; e em indivíduos classe II a atividade da parte anterior do músculo temporal pode ser influenciada pela classe esquelética.

Palavras-chave: processo coronóide, classe esquelética, eletromiografia, músculo temporal.

ABSTRACT

The development of mandibular ramus is an important event of craniofacial growth, with an upper and posterior direction. As the development, the morphology of bone tissue is related to the muscular activity. The objective of this work was to analyze the relation between the angle of the coronoid process of the mandible in the latero-lateral direction, and electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle in subjects with different skeletal classes. The sample comprised 67 volunteers (25 females and 42 males; mean age, 24.6 ± 4.5 years), subdivided into three groups according to the ANB angle, namely, Classes I (n=25), II (n=22) and III (n=20). Two radiographic examinations were performed, a lateral cephalogram one for measurement of the ANB angle and classification of the individuals, and a posteroanterior (PA) cephalogram one for measurement of the angle of the coronoid process. A electromyographic examination was carried out for the purpose of determining the electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle. Statistical analysis of the data showed that the relation between inclination of the coronoid process and skeletal class was negative for the three classes studied. The intra-group variability was significant for all the skeletal classes. The relation between electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle and the angle of the coronoid process was negative for the Class I and II individuals. In group Class III, there was a significant relation between the two factors studied; analysis of the electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle showed statistically significant differences in Class II individuals, when compared to individuals of Class I and III, who showed similar mean values. Based on the results obtained, the following conclusions can be drawn: there is no influence of the skeletal classes on the angle of the coronoid process in the latero-lateral direction; the angle of the coronoid process can be influenced by the activity of the temporal muscle in the Class III group; the activity of the anterior part of the temporal muscle can be influenced by the skeletal class in the Class II group.

Key words: coronoid process, skeletal class, electromyography, temporal muscle.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1.....	5
CAPÍTULO 2.....	27
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXO	51

INTRODUÇÃO

A relação entre morfologia óssea e função muscular tem sido evidenciada por meio de pesquisas realizadas desde o século XIX. A interação entre esses dois fatores foi determinada pela teoria de Wolff, que afirma que a morfologia e arquitetura óssea interna dependem da tensão aplicada ao osso pelo músculo que neste se insere (Wolff, 1899). Pesquisas que proporcionaram um aumento na carga mecânica aplicada em ossos longos de animais constataram que, em virtude da tensão muscular aumentada, houve espessamento da cortical óssea (Goodship *et al.*, 1979), aumento de volume ósseo trabecular (Jee & Li, 1990), aposição periosteal com redução de mineralização (Meade *et al.*, 1984) e orientação dos cristais de hidroxipapatita em sentido vertical (Bacon & Griffiths, 1985). Essas alterações representam, em conjunto, um aumento no volume ósseo total. A redução ou ausência de tensão em ossos de animais influencia de forma oposta na conformação óssea, induzindo a alterações na morfologia e redução do volume ósseo total (Rubin & Lanyon, 1985), em decorrência de interrupções na aposição periosteal, associadas a uma expansão medular e redução no volume ósseo trabecular (Li & Jee, 1991).

Spyropoulos (1977) afirma que o sistema músculo-esquelético da região craniofacial é complexo no que se refere a esta relação morfo-funcional. De acordo com este autor, na mandíbula estão inseridos vinte e quatro músculos que possuem funções relativamente independentes, embora atuem em conjunto no processo de mastigação. Todos estes músculos estão relacionados à distribuição da tensão neste osso, e, conseqüentemente, influenciam no crescimento, manutenção da morfologia e arquitetura interna mandibular.

Segundo Woodside *et al.* (1983), a mandíbula é formada por unidades morfogenéticas e funcionais distintas, como o corpo mandibular, processo alveolar, região goníaca, côndilo e processo coronóide. A remoção de alguns músculos da mastigação de sua área de inserção mandibular produziu uma redução significativa no tamanho das estruturas ósseas onde estes se fixavam, particularmente no ângulo mandibular e processo coronóide (Washburn, 1947; Horwitz & Shapiro, 1951; Avis, 1959). Estes estudos concluíram que existe uma relação de inter-dependência entre essas duas estruturas ósseas e os músculos que nelas se inserem.

O músculo temporal se insere em sua maior extensão na face medial do processo coronóide da mandíbula, e a relação entre esses dois componentes foi analisada em fetos e embriões humanos. Essa análise mostrou que o músculo temporal do embrião inicia seu processo de diferenciação previamente à formação do processo coronóide da mandíbula. Este processo se diferencia posteriormente como uma massa óssea discreta, isolada, no centro do músculo temporal, e em seguida torna-se contínuo com o ramo mandibular. Os resultados deste trabalho mostraram que a diferenciação e desenvolvimento do processo coronóide da mandíbula ocorre na dependência da diferenciação do músculo temporal (Spyropoulos, 1977).

A remoção do músculo temporal de ratos recém-nascidos mostrou que após três meses o processo coronóide da mandíbula sofreu reabsorção completa ou se apresentou como um pequeno tubérculo (Washburn, 1947). Horwitz & Shapiro (1951) realizaram pesquisa semelhante utilizando ratos com 30 dias de vida, e dois meses após a cirurgia para remoção do músculo temporal, foi constatada a ausência do processo coronóide nas mandíbulas operadas. Esses estudos concluíram que nesses animais, o crescimento pós-natal do processo coronóide é totalmente dependente da presença de um músculo temporal funcionante. A remoção deste músculo em gatos com 45 dias de vida, e cachorros com 14 semanas, mostrou, em ambas as situações, que o processo coronóide apresentou, além da redução em suas dimensões, alterações em sua inclinação (Avis, 1959; Liebman & Kussick, 1970).

Pesquisas científicas têm estudado a razão pela qual o processo coronóide da mandíbula sofre regressão na ausência do músculo temporal. A inatividade muscular é a justificativa mais aceita pelos autores, visto que a tensão muscular é fator de indução de formação óssea (Soni & Malloy, 1974; Woodside *et al.*, 1983; Kiliaridis, 1995). Boyd *et al.* (1967) ressaltam que, associada a este fator existe ainda a remoção do suprimento sanguíneo, e afirmam que a tensão muscular isoladamente não justifica a redução no tamanho deste processo.

De acordo com Antonini *et al.* (1990), durante o movimento de elevação da mandíbula, a parte anterior do músculo temporal traciona o processo coronóide superior e lateralmente, em virtude da direção de contração das suas fibras. A tensão exercida por este

músculo pode influenciar de maneira distinta o crescimento e morfologia do processo coronóide, quando este é analisado nas diferentes classes esqueléticas (Yamaoka *et al.*, 2001). Enlow (1990) afirma que durante o crescimento mandibular o ramo se desloca progressivamente em direção superior e posterior, sofrendo uma verticalização durante este processo. Embora este processo ocorra em equilíbrio com o crescimento do arco maxilar, em indivíduos Classe III o ramo mandibular pode se desenvolver de forma independente, não apresentando uma orientação vertical normal. Alterações na orientação vertical do ramo mandibular pode implicar em uma modificação no ângulo do processo coronóide, que está localizado na parte superior deste. Diferenças na posição e rotação da mandíbula, inerentes aos indivíduos Classe III esquelética, podem determinar uma modificação no eixo de ação muscular dos músculos elevadores da mandíbula. Caso a parte anterior do músculo temporal sofra essa modificação em seu eixo de ação, alterações no ângulo do processo coronóide desses indivíduos também podem ocorrer, em virtude de mudanças na direção de contração de suas fibras (Miralles *et al.*, 1991).

Segundo Riesmeijer *et al.* (2004), diferenças entre os padrões de crescimento de indivíduos Classe I e II foram evidenciadas por meio de modificações que ocorrem na morfologia mandibular dos indivíduos Classe II.

Yamaoka *et al.* (2001) analisaram o ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral nas diferentes classes esqueléticas. Com base nos resultados desta análise, os autores constataram que indivíduos Classe III apresentam uma maior variação deste ângulo em relação a sujeitos Classe I e II. A comparação entre os lados direito e esquerdo mostrou diferenças significativas no grupo Classe III, indicando uma assimetria no ângulo do processo coronóide.

A atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal foi analisada em indivíduos com diferentes classes esqueléticas, com a finalidade de determinar o comportamento deste músculo em relação a cada uma dessas classes (Miralles *et al.*, 1991; Throckmorton *et al.*, 1995; Harper *et al.*, 1997; Braber *et al.*, 2004; Cha *et al.*, 2007; Tecco *et al.* 2007; Nakata *et al.*, 2007). A constatação de diferenças funcionais por meio desta análise pode justificar possíveis variações no ângulo do processo coronóide em relação às classes esqueléticas.

Pesquisas recentes demonstraram que a parte anterior do músculo temporal foi mais ativa durante repouso em sujeitos Classe III do que em indivíduos Classe I e II, que apresentaram atividades similares. Durante a contração isométrica voluntária máxima não foram observadas diferenças entre as classes esqueléticas (Miralles *et al.*, 1991; Cha *et al.*, 2007; Tecco *et al.* 2007). De acordo com Nakata *et al.* (2007), a força máxima e atividade da parte anterior do músculo temporal em contração isométrica voluntária máxima nos indivíduos Classe III foi menor quando comparados a indivíduos classe I. Kobaiashy *et al.* (2001) compararam a atividade deste músculo durante a contração isotônica entre sujeitos Classe I e III, e observaram que no segundo grupo essa atividade foi menor.

Estudos da atividade da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe II também foram realizados com a finalidade de determinar uma relação entre o comportamento eletromiográfico do músculo e este perfil esquelético. A comparação entre sujeitos Classe I e II mostrou que, durante a contração isométrica voluntária máxima e contração isotônica, a força de mordida e a atividade da parte anterior do músculo temporal foi menor em indivíduos Classe II, sugerindo que a força de contração muscular é menor neste grupo (Throckmorton *et al.*, 1995; Harper *et al.*, 1997; Braber *et al.*, 2004). No repouso, Harper *et al.* (1997) observaram que o registro eletromiográfico deste músculo foi maior no grupo Classe II. Quando indivíduos Classe II e III esquelética foram comparados no repouso, a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal foi menor nos indivíduos Classe III (Antonini *et al.*, 1990; Ingervall & Thilander, 1974).

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de uma possível relação entre o ângulo do processo coronóide, a classe esquelética e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal.

CAPÍTULO 1

Relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe I e III esquelética.

Relation between the angle of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the anterior part of temporal muscle in skeletal Class I and III subjects.

Maise Mendonça AMORIM¹

Cynthia Bicalho BORINI¹

Francisco HAITER-NETO²

Darcy de Oliveira TOSELLO¹

Fausto BÉRZIN¹

Paulo Henrique Ferreira CARIA¹

¹ Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas

² Departamento de Diagnóstico Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas

Artigo baseado na Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas – Programa de Pós Graduação em Biologia Buco-Dental - Área de Anatomia.

Endereço para correspondência:

Av. Olívia Flores, nº 3000, Candeias

CEP 45055-090 – Vitória da Conquista – Bahia

Tel: (77) 3424-0102

e-mail: maimendonca@hotmail.com

Resumo

Alterações na morfologia e posição espacial da mandíbula em virtude de compensações fisiológicas durante o crescimento do complexo craniofacial nas diferentes classes esqueléticas, podem influenciar na relação entre a ação do músculo temporal e a morfologia do processo coronóide da mandíbula. O objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula no sentido látero-lateral e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe I e III esquelética. Foram avaliados 45 voluntários (17 do gênero feminino e 28 do gênero masculino, média de $23,8 \pm 4,2$ anos) subdivididos em dois grupos de acordo com o ângulo ANB, em Classe I (n=25) e III (n=20). Foram realizados dois exames radiográficos, uma telerradiografia em norma lateral para a mensuração do ângulo ANB e classificação dos indivíduos, e uma telerradiografia em norma frontal para a mensuração do ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral. O exame eletromiográfico foi realizado com a finalidade de avaliar a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal dos voluntários. A análise estatística dos dados mostrou não haver relação entre o ângulo do processo coronóide e a classe esquelética nas classes analisadas. Não houve relação entre a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal e o ângulo do processo coronóide nos indivíduos classe I. No grupo Classe III menores ângulos do processo coronóide estavam relacionadas a maiores valores da atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe I e III. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que não existe influência das classes esqueléticas analisadas sobre o ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral; a angulação do processo coronóide pode ser influenciada pela atividade da parte anterior do músculo temporal no grupo Classe III; a atividade da parte anterior do músculo temporal não é influenciada pela classe esquelética nos indivíduos Classe I e III.

Palavras-chave: classe esquelética; músculo temporal; eletromiografia; processo coronóide.

Abstract

Alterations in the morphology and spatial position of the mandible in virtue of physiologic compensations during the growth of the craniofacial complex in different skeletal classes, can influence the relation between the action of the temporal muscle and morphology of the coronoid process of the mandible. The objective of this work was to determine the relation between the angle of the coronoid process of the mandible in the latero-lateral direction and electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle in skeletal class I and III individuals. The sample consisted of the 45 volunteers (17 females and 28 males, with a mean age of 23.8 ± 4.2 years) subdivided into two groups according to the ANB angle, namely, Class I (n=25) and III (n=20). Two radiographic examinations were performed, a lateral cephalogram one for measurement of the ANB angle and classification of the individuals, and a posteroanterior (PA) cephalogram for measurement of the angle of the coronoid process in the latero-lateral direction. A electromyographic examination was carried out to determine the electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle of the volunteers. Statistical analysis of the data showed that the relation between the angle of the coronoid process and skeletal class was negative for both classes studied. The relation between electromyographic activity of the anterior part of temporal muscle and the angle of the coronoid process was negative for the Class I individuals. In the group of Class III individuals, lower angles of the coronoid process were related to greater values of electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle. There was no statistically significant difference in electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle between individuals of Class I and III. Based on the results obtained, the following conclusions can be drawn: there is no influence of the skeletal classes studied on the angle of the coronoid process in the latero-lateral direction; the angle of the coronoid process can be influenced by the activity of the anterior part of the temporal muscle in the Class III group; and the activity of the anterior part of the temporal muscle is not influenced by the skeletal class in the individuals of Class I and III groups.

Key words: skeletal class; temporal muscle; electromyography; coronoid process.

Introdução

A influência da ação dos músculos da mastigação sobre a morfologia da região craniofacial tem sido evidenciada em pesquisas científicas^{2, 6, 12, 23}. O sistema músculo-esquelético desta região é complexo no que se refere a esta relação morfo-funcional. Na mandíbula estão inseridos vinte e quatro músculos relacionados à distribuição da tensão neste osso, e, conseqüentemente, ao crescimento, manutenção da morfologia e arquitetura interna mandibular²¹.

A remoção cirúrgica do músculo temporal em ratos mostrou que após três meses o processo coronóide da mandíbula sofreu reabsorção completa ou se apresentava como um pequeno tubérculo. Esses estudos concluíram que nesses animais o crescimento pós-natal do processo coronóide é totalmente dependente da presença de um músculo temporal funcional^{6, 24}. A remoção deste músculo em gatos e cachorros mostrou, em ambas as situações, que o processo coronóide apresentou, além de redução em suas dimensões, alterações em sua inclinação^{2, 12}.

Durante o movimento de elevação da mandíbula, a parte anterior do músculo temporal traciona o processo coronóide superior e lateralmente, em virtude da direção de contração das suas fibras¹. A tensão exercida por este músculo pode influenciar de maneira distinta o crescimento e morfologia do processo coronóide, quando este é analisado nas diferentes classes esqueléticas²⁷. Durante o crescimento mandibular o ramo se desloca progressivamente em direção superior e posterior, sofrendo uma verticalização durante este processo. Embora este processo ocorra em equilíbrio com o crescimento do arco maxilar, em indivíduos Classe III o ramo mandibular pode se desenvolver de forma independente, não apresentando uma orientação vertical normal⁵. Alterações na orientação vertical deste ramo podem implicar em uma modificação na angulação do processo coronóide, que está localizado em sua parte superior.

Diferenças na posição e rotação da mandíbula, inerentes aos indivíduos Classe II e III esquelética, podem determinar uma modificação no eixo de ação muscular dos músculos elevadores, o que pode originar alterações na angulação do processo coronóide desses indivíduos, em virtude de mudanças na direção de contração das fibras do músculo temporal¹³.

O ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral foi analisado nas diferentes classes esqueléticas. Com base nos resultados desta análise, os autores observaram que indivíduos Classe III apresentaram uma maior variação deste ângulo em relação a sujeitos Classe I e II. A comparação entre os lados direito e esquerdo mostrou diferenças significativas no grupo classe III, indicando uma assimetria no ângulo do processo coronóide²⁷.

A atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal foi analisada em indivíduos com diferentes classes esqueléticas, com a finalidade de determinar o comportamento deste músculo em relação a cada uma dessas classes.

Pesquisas recentes demonstraram que a parte anterior do músculo temporal foi mais ativa no repouso em sujeitos Classe III do que em indivíduos Classe I e II. Durante a contração isométrica voluntária máxima não foram observadas diferenças entre as classes esqueléticas^{4, 13, 23}. A comparação entre indivíduos Classe I e III mostrou que a força máxima e atividade da parte anterior do músculo temporal em contração isométrica voluntária máxima foram menores no segundo grupo¹⁴. A análise dessas duas classes durante a contração isotônica mostrou que nos indivíduos classe III a parte anterior do músculo temporal foi menos ativa¹⁰.

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de uma possível relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula e atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal, em indivíduos Classe I e III esquelética.

Material e Métodos

1. Seleção da amostra

A amostra foi composta de 45 voluntários (17 do gênero feminino e 28 do gênero masculino, média de $23,8 \pm 4,2$ anos) subdivididos em dois grupos de acordo com o ângulo ANB²² em Classe I (n=25) e III (n=20) esquelética. Foram selecionados os voluntários que apresentaram os seguintes critérios: dentição permanente completa; ausência de tratamento ortodôntico e ortopédico prévio ou história de cirurgia ortognática; ausência de sinais e sintomas de disfunção temporomandibular; ausência de mordida cruzada anterior e posterior, ou mordida aberta anterior; não utilização de medicamentos analgésicos, antiinflamatórios ou miorrelaxantes durante o período da coleta, pois seus efeitos podem alterar os registros eletromiográficos.

2. Exame Radiográfico

Telerradiografias em norma lateral e frontal foram realizadas com a finalidade de determinar a classe esquelética e os valores relativos ao ângulo do processo coronóide dos voluntários, respectivamente. O equipamento utilizado para a obtenção das imagens radiográficas foi o Quint Sectograph Linear Tomography Unit (Denar Corp.), pertencente à área de Radiologia da FOP/UNICAMP.

Para a classificação esquelética, os voluntários foram subdivididos, com base nos valores do ângulo ANB²² em dois grupos, Classe I ($0^\circ \leq \text{ANB} \leq 4^\circ$) e Classe III ($\text{ANB} < 0^\circ$).

Para a mensuração do ângulo do processo coronóide nas telerradiografias em norma frontal, foram utilizados como referência a imagem do ponto mais medial da sutura frontozigomática, e a imagem da borda medial do processo coronóide. O ponto mais anterior da sutura frontozigomática foi marcado bilateralmente, e uma linha horizontal unindo esses dois pontos foi traçada, gerando um plano de referência. Uma segunda linha foi traçada bilateralmente, tangenciando a imagem da borda medial do processo coronóide cruzando a primeira linha traçada. O ângulo interno formado entre as duas linhas traçadas foi mensurado bilateralmente, e o ângulo do processo coronóide foi então registrado por meio dos valores expressos por este ângulo (Figuras 1 e 2).

Todos os traçados e mensurações foram realizados em papel de acetato fixado às radiografias, sendo executadas pelo mesmo observador, em três dias diferentes, com intervalo de uma semana entre as mensurações.

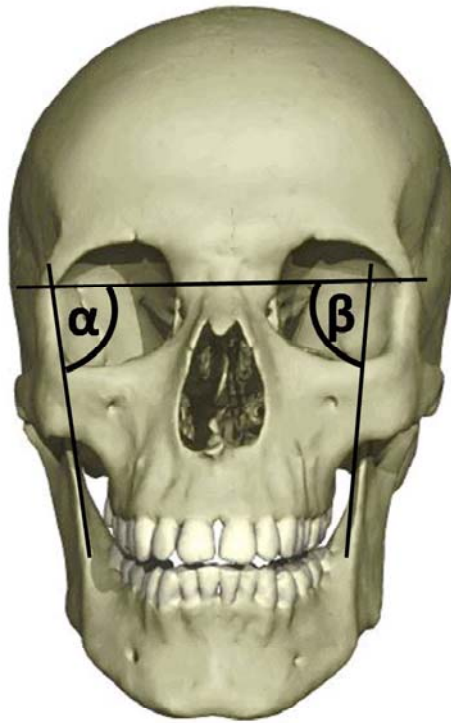


Figura 1. Representação esquemática no crânio da mensuração da ângulo do processo coronóide do lado direito (ângulo α) e esquerdo (ângulo β).
Fonte: Kindersley (1997).

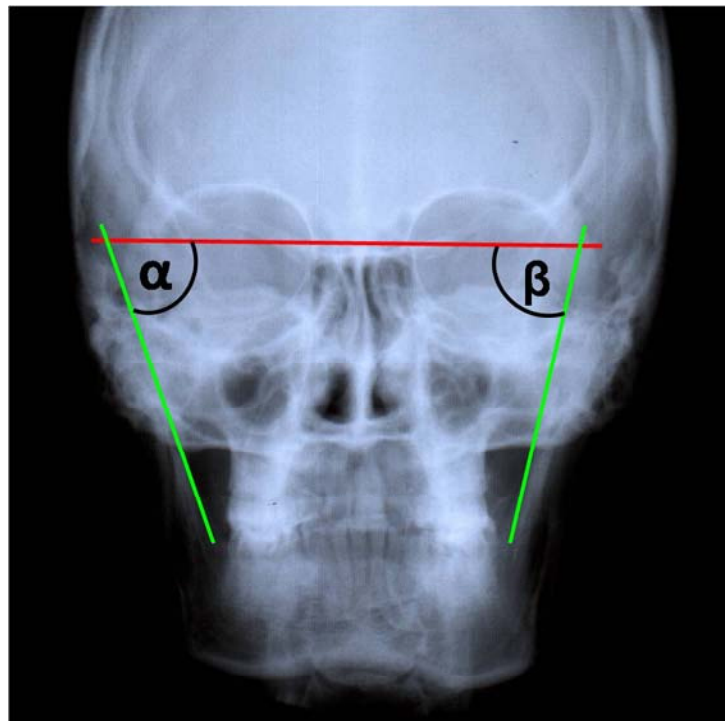


Figura 2. Representação esquemática na radiografia da mensuração da ângulo do processo coronóide do lado direito (ângulo α) e esquerdo (ângulo β).

Exame eletromiográfico

Para o registro do sinal eletromiográfico foi utilizado o equipamento Myosystem I (*Prosecon*, Uberlândia) Ltda de 12 canais, sendo 8 para eletromiografia e 4 canais de apoio. Os sinais eletromiográficos foram condicionados através de amplificadores de instrumentação programáveis via *software* e filtros analógicos passa-alta de 20Hz e passa-baixa de 1000 Hz. A digitalização foi realizada com frequência de amostragem de 4000Hz, com 12 bits de resolução e amostragem simultânea dos sinais. A visualização e o processamento do sinal foi realizado com o *software Myosystem I* versão 2.22.

Os exames eletromiográficos foram realizados no Laboratório de Eletromiografia da FOP/UNICAMP seguindo protocolo deste laboratório¹⁵. Para a captação dos potenciais de ação dos músculos foram utilizados eletrodos ativos diferenciais simples (*Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda*), com ganho de 20 vezes, posicionados sobre a pele, na região correspondente à localização do ventre muscular da parte anterior do músculo temporal. Um eletrodo de referência, composto de aço inoxidável, untado em sua interface com gel hidrossolúvel, foi posicionado na região correspondente ao manúbrio do osso esterno, para eliminar ruídos de aquisição.

Os exames eletromiográficos foram realizados com os voluntários sentados, posicionados com o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo, sem visualizar os registros no monitor do computador.

Os registros eletromiográficos foram realizados durante contração bilateral simultânea de acordo com o seguinte protocolo:

- Contração isotônica durante 10 segundos com Parafilm M[®] (American National Can TM Chicago, IL.60641): esta aquisição foi ritmada por um metrônomo calibrado em 60 ciclos (Figuras 3 e 4).

Essa tarefa foi realizada três vezes na mesma sessão com intervalo de um minuto entre os registros.

O software Myosistem Br-1 versão 2.22 foi utilizado para o processamento dos dados eletromiográficos. O sinal eletromiográfico bruto foi utilizado para derivar os valores da amplitude eletromiográfica obtidos através do cálculo da integral da envoltória. Os

valores da integral da envoltória foram normalizados pelo valor médio de amplitude eletromiográfica, que apresentou menor coeficiente de variação.

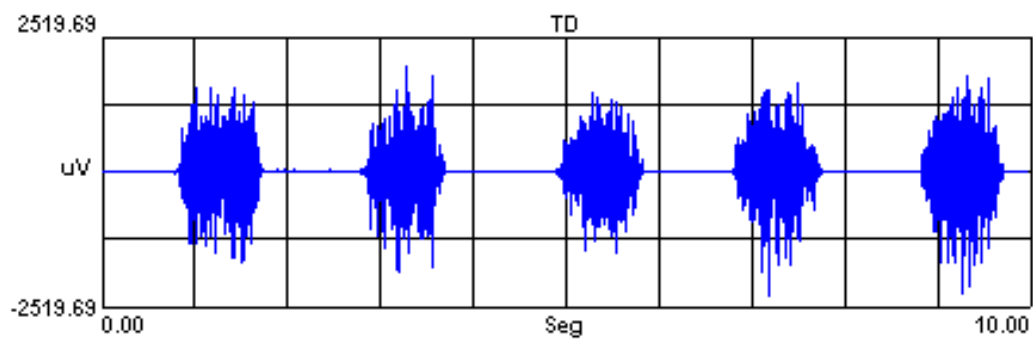


Figura 3. Sinal eletromiográfico da parte anterior do músculo temporal direito.

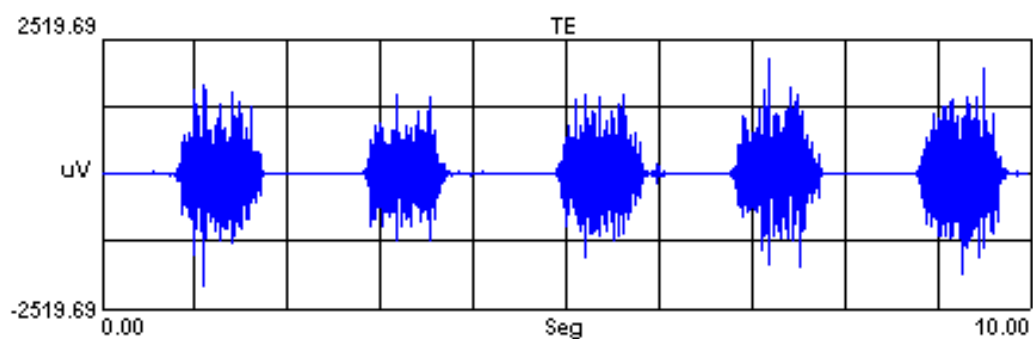


Figura 4. Sinal eletromiográfico da parte anterior do músculo temporal esquerdo.

Resultados

Para a análise dos dados os seguintes testes estatísticos foram utilizados: análise de variância para exemplo com um experimento (one-way ANOVA), teste de Pearson, e coeficiente de correlação intra-classe (ICC)¹⁹. Foi considerado um nível de significância de 5% para os testes estatísticos utilizados. Com o objetivo de descrever os resultados observados foi utilizado a média, desvio padrão e limites de intervalo de confiança de 95%, valores que permitem descrever características básicas das medidas observadas. Os valores do ICC foram acima de 0,95 para todas as mensurações realizadas.

1. Não houve relação entre o ângulo do processo coronóide e classe esquelética ($p>0,05$) em ambas as classes analisadas, indicando que não existe correlação entre esses dois fatores (Gráficos 1 e 2).

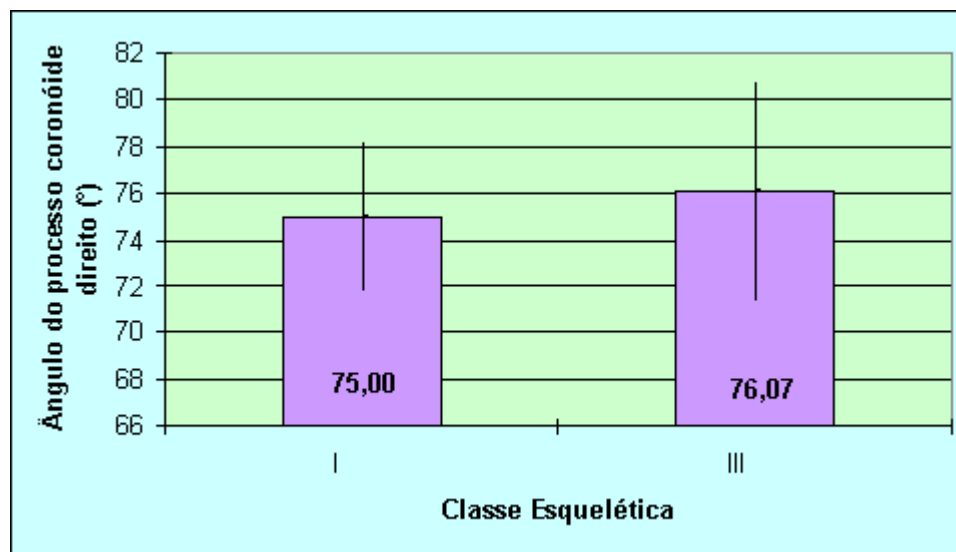


Gráfico 1. Médias e intervalos de confiança (95%) do ângulo do processo coronóide direito nas Classes I e III.

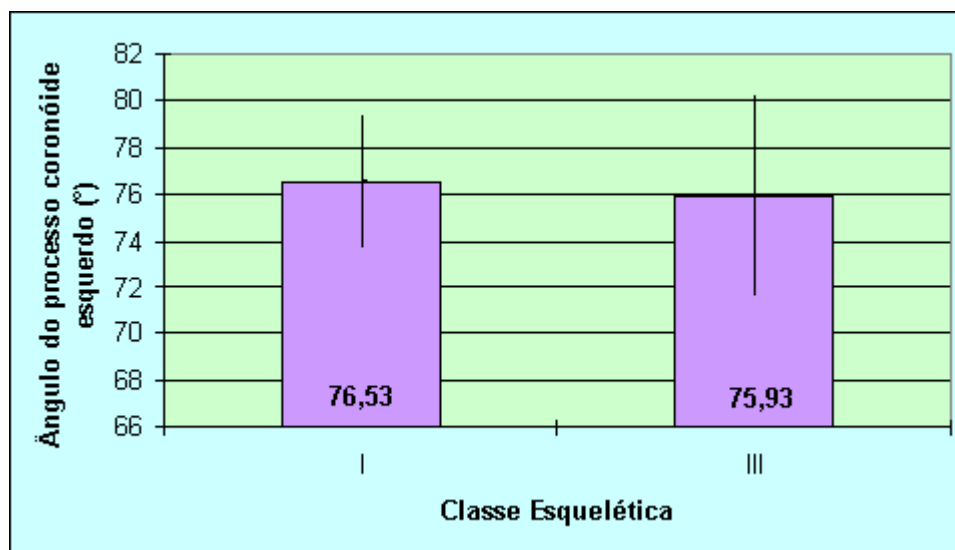


Gráfico 2. Médias e intervalos de confiança (95%) do ângulo do processo coronóide esquerdo nas Classes I e III.

2. A relação entre atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal e ângulo do processo coronóide não foi estatisticamente significativa nos indivíduos Classe I ($p > 0,05$). No grupo Classe III houve relação significativa entre os dois fatores analisados no lado direito ($p < 0,05$), sugerindo que menores ângulos do processo coronóide estão relacionados a maiores valores de atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal nesses indivíduos nesse lado (Gráficos 3 ,4,5 e 6).

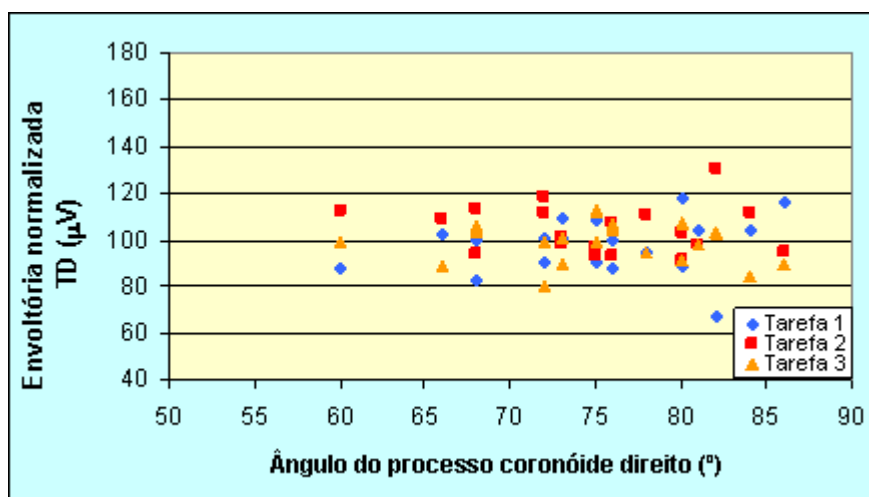


Gráfico 3. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal direito (TD) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide direito na Classe I esquelética.

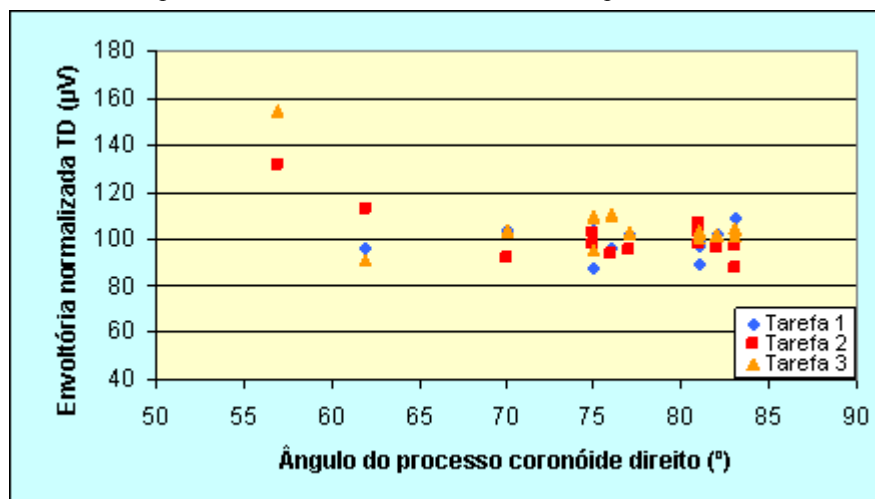


Gráfico 4. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal direito (TD) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide direito na Classe III esquelética.

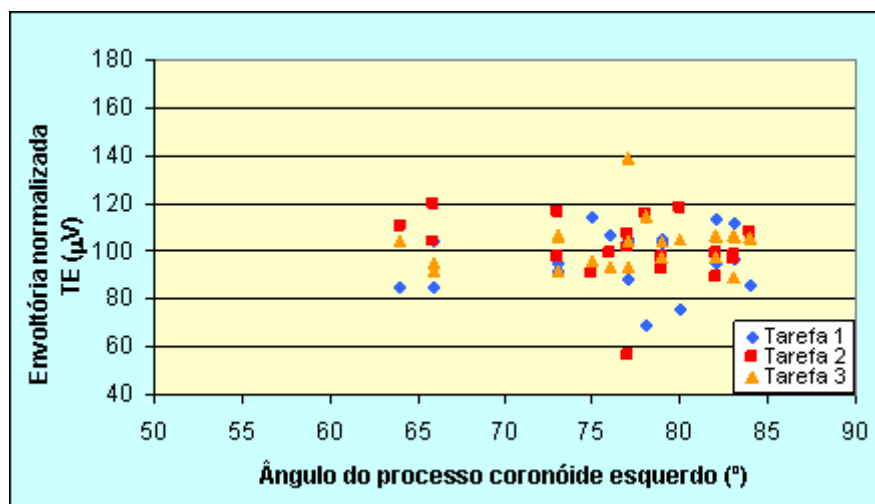


Gráfico 5. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal esquerdo (TE) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide esquerdo na Classe I esquelética.

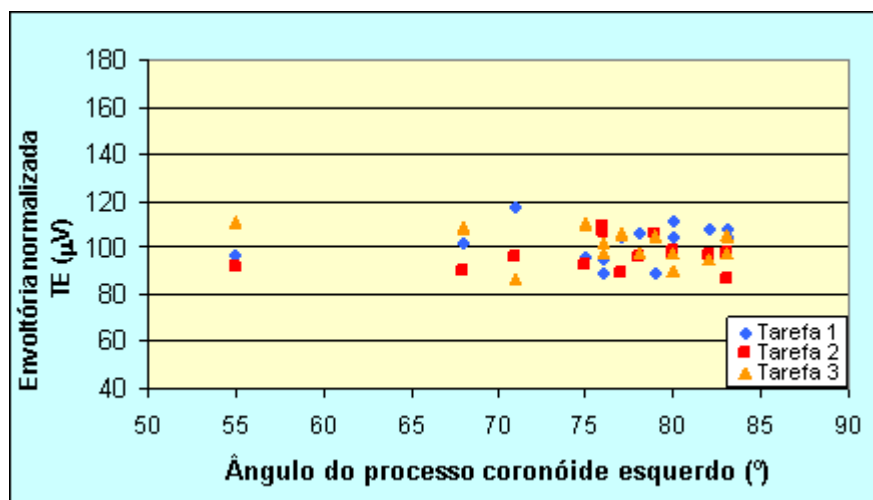


Gráfico 6. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal esquerdo (TE) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide esquerdo na Classe III esquelética.

3. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal de indivíduos Classe I e III (Gráficos 7 e 8).

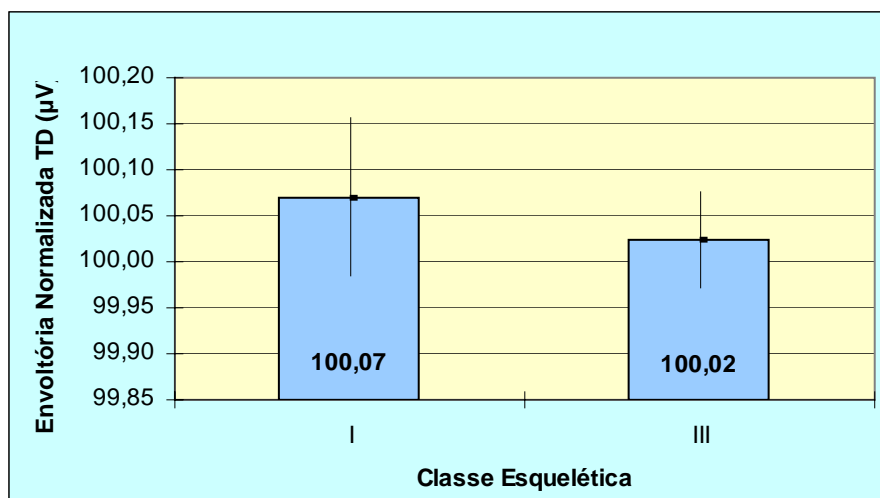


Gráfico 7. Médias e intervalos de confiança (95%) da envoltória normalizada do temporal direito (TD) nas Classes I e III.

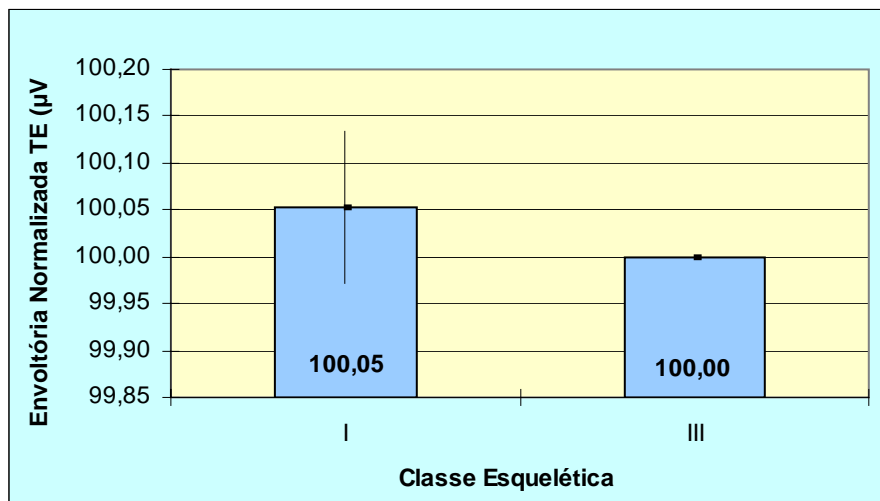


Gráfico 8. Médias e intervalos de confiança (95%) da envoltória normalizada do temporal esquerdo (TE) nas Classes I e III.

Discussão

A interação dinâmica entre músculos e ossos pode resultar em alterações na atividade muscular, na morfologia óssea, ou em ambas simultaneamente^{7, 25, 26}. Essa interação pode ser refletida pela relação de dependência entre a morfologia do processo coronóide e a função do músculo temporal^{6, 20, 21, 24}, e a análise dessa relação em diferentes classes esqueléticas revela a influência das alterações morfológicas e espaciais sofridas pela mandíbula em decorrência da discrepância maxilo-mandibular sobre esses dois fatores.

A análise dos valores médios do ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral em ambas as classes esqueléticas mostrou que não há relação entre esses dois fatores e a variabilidade intra-grupo é significativa. Essa variabilidade já havia sido observada em indivíduos Classe III²⁷. Os resultados obtidos a partir desta análise sugerem que outros fatores, que não a classe esquelética podem influenciar no ângulo do processo coronóide.

Diferenças inter-individuais nos movimentos e rotações compensatórias da mandíbula podem existir, pois embora a classe esquelética seja a mesma, cada indivíduo pode responder com maior ou menor intensidade às suas deficiências esqueléticas, ou mesmo compensar essas deficiências com respostas fisiológicas diferentes⁵. Essas diferenças inter-individuais são fatores que podem influenciar na homogeneidade dos dados, resultando em uma variabilidade significativa na amostra.

Alterações oclusais, como a presença de contato prematuro, podem alterar o equilíbrio funcional do sistema estomatognático, e, conseqüentemente a estabilidade oclusal, que está relacionada à performance muscular. Assim, indivíduos com estabilidade oclusal têm apresentado menor tempo de contração muscular e potenciais eletromiográficos maiores durante a mastigação do que indivíduos com estabilidade oclusal comprometida³.

A influência da atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal no ângulo do processo coronóide também foi analisada. No lado direito dos indivíduos Classe III, menores ângulos do processo coronóide estão relacionados a maiores valores de atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal. Fatores peculiares inerentes a essa classe esquelética podem influenciar nesta relação. O ângulo do processo coronóide é alterada pela força muscular nos indivíduos Classe III, e esta

influência pode ser uma compensação das anormalidades que ocorrem em outras áreas de remodelação⁵. A mandíbula é trazida para anterior, o processo coronóide se apresenta girado em virtude da rotação lateral da mandíbula do lado direito para se adequar à localização mais posterior da fossa craniana média nesse lado, e o comprimento da mandíbula é maior também no lado direito¹⁶.

A quantidade de rotação mandibular, de redução no comprimento do lado direito e anteriorização da mandíbula são fatores que variam de forma significativa em relação à severidade da discrepância maxilo-mandibular, mas são característicos de indivíduos Classe III²⁷. Diferenças bilaterais no volume dos músculos mastigatórios refletem diferenças esqueléticas espaciais entre os lados direito e esquerdo¹¹. Funções musculares assimétricas^{16, 17} e alterações na carga mecânica exercida na área de inserção muscular causadas por variações na força mastigatória⁹, também podem influenciar nas dimensões e morfologia óssea local desses indivíduos.

Com base nessas informações, é possível compreender a variabilidade encontrada no ângulo do processo coronóide de indivíduos Classe III, e a influência da parte anterior do músculo temporal na manutenção do ângulo do processo coronóide, para compensar as alterações morfológicas e espaciais que ocorrem na mandíbula desses indivíduos.

Maiores valores de atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal estão associados à menores ângulos do processo coronóide nesse estudo. A tensão é considerada um fator indutor de formação óssea, e na mandíbula, a contração dos músculos elevadores durante os movimentos mastigatórios exercem uma tensão ao longo do ramo mandibular^{7, 18, 26}. O músculo temporal se insere em sua maior extensão na face medial do processo coronóide²¹, e os resultados encontrados nesse estudo sugerem que o aumento de tensão muscular resulta em verticalização deste processo, em virtude de uma maior aposição óssea nesta face, com conseqüente redução na angulação do processo coronóide.

Os registros relativos à atividade dos músculos da mastigação nas diferentes classes esqueléticas ainda são muito controversos¹³. Não houve diferenças significativas entre a atividade eletromiográfica do músculo temporal e as Classes I e III. Esses dados

discordam de pesquisa anterior¹⁰ que afirma que durante contração isotônica, indivíduos Classe III apresentam maior atividade eletromiográfica do músculo temporal. Com base na variabilidade em que as alterações morfológicas e espaciais da mandíbula podem ocorrer⁵, associada à variabilidade no ângulo do processo coronóide em indivíduos Classe I e III encontrada neste estudo, é presumível que a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal também seja variável nas duas classes analisadas.

Conclusões

1. A angulação do processo coronóide não é influenciada pelas classes esqueléticas analisadas.
2. A atividade da parte anterior do músculo temporal pode influenciar no ângulo do processo coronóide do grupo Classe III no lado direito.
3. A atividade da parte anterior do músculo temporal não é influenciada pela classe esquelética nos indivíduos Classe I e III.

Referências

1. Antonini G, Colantonio L, Macretti N, Lenzi GL. Electromyographic findings in class II, division 2 and class III malocclusions. *Electromyography and clinical Neurophysiology*. 1990; 30(1): 27-30.
2. Avis V. The relation of the temporal muscle to the form of the coronoid process. *Amer J Phys Anthropol*. 1959; 17: 99-104.
3. Bakke M, Michler L, Moller E. Occlusal control of mandibular elevator muscles. *Scand J Dent Res*. 1992; 100(5): 284-91.
4. Cha BK, Kim C, Baek S. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod*. 2007; 77: 463-470.
5. Enlow DH. *Facial Growth*. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 46.
6. Horowitz SL, Shapiro HH. Modifications of mandibular architecture following removal of the temporalis muscle in the rat. *J Dent Res*. 1951; 30(2): 276-280.
7. Kiliaridis S. Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand*. 1995; 53(3): 196-202.
8. Kindersley D. *O Esqueleto Humano em 3D*. Editora Globo; 1997.
9. Kitai N, Fujii Y, Murakami S, Furukawa S, Kreiborg S, Takada K. Human masticatory muscle volume and zygomatico-mandibular form in adults with mandibular prognathism. *J Dent Res*. 2002; 81(11): 752-56.
10. Kobayashi T, Honma K, Shingaki S, Nakajima T. Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. *British J Oral Maxillofacial Surg*. 2001; 39(4): 260-265.
11. Kwon T, Lee K, Park H, Ryoo H, Kim H, Lee S. Relationship between the masticatory muscles and mandibular skeleton in mandibular prognathism with and without asymmetry. *J Oral Maxillofacial Surg*. 2007; 65(8): 1538-1543.
12. Liebman FM, Kussick L. An electromyographic analysis of the coronoid process in the rat. *Acta Anat*. 1970; 77: 11-24.

13. Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 1991; 61(4): 277-284.
14. Nakata Y, Ueda HM, Kato M, Tabe H, Shikata-Wakisaka M, Matsumoto E *et al.* Changes in stomatognathic function induced by orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. *J Oral Maxillofacial Surg.* 2007; 65(3): 444-451.
15. Pedroni CR, Borini CB, Bérzin F. Electromyographic examination in temporomandibular disorders – evaluation protocol. *Braz J Oral Sci.* 2004; 3(10): 526-29.
16. Pirttiniemi P. Normal and increased functional asymmetries in the craniofacial area. *Acta Odontol Scand.* 1998; 56(6): 342-45.
17. Poikela A., Kantomaa T, Pierttiniemi P. Craniofacial growth after a period of unilateral masticatory function in young rabbits. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105(4): 331-37.
18. Schumacher GH. Factors influencing craniofacial growth. *Prog Clin Biol Res.* 1985; 187: 3-22.
19. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychological Bulletin.* 1979; 86(2): 420-428.
20. Soni NN, Malloy RB. Effect of removal of the temporal muscle on the coronoid process in guinea pigs: quantitative triple fluorochrome Study. *J Dent Res.* 1974; 53(2): 474-480.
21. Spyropoulos MN. The morphogenetic relationship of the temporal muscle to the coronoid process in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1977; 150(3): 395-409.
22. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* 1953; 39(10): 729-755.
23. Tecco S, Caputi S, Festa F. Electromyographic activity of masticatory, neck and trunk muscles of subjects with different skeletal facial morphology – a cross-sectional evaluation. *J Oral Rehabil.* 2007; 34(7): 478-86.
24. Washburn SL. The relation of the temporal muscle to the form of the skull. *Anat Rec.* 1947; 99: 239-248.

25. Wolff J. Virchow's Arch. Pathol. Anat. Physiol. 1899; 155: 256-263.
26. Woodside DG, Altuna G, Harvold M, Herbert M, Metaxas A. primate experiments in malocclusion and bone induction. Am J Orthod. 1983; 83(6): 460-68.
27. Yamaoka M, Okafuji N, Furusawa K, Hasumi-Nakayama Y, Hayama H, Yamada AS *et al.* Alteration of the angle of the coronoid process in prognathism. J Oral Rehabil. 2001; 28(5): 479-84.

CAPÍTULO 2

Relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe I e II esquelética.

Relation between the angle of the coronoid process of the mandible and the electromyographic activity of the anterior part of temporal muscle in skeletal Class I e II subjects.

Maise Mendonça AMORIM¹

Cynthia Bicalho BORINI¹

Francisco HAITER-NETO²

Darcy de Oliveira TOSELLO¹

Fausto BÉRZIN¹

Paulo Henrique Ferreira CARIA¹

¹ Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas

² Departamento de Diagnóstico Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas

Artigo baseado na Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas – Programa de Pós Graduação em Biologia Buco-Dental - Área de Anatomia.

Endereço para correspondência:

Av. Olívia Flores, nº 3000, Candeias

CEP 45055-090 – Vitória da Conquista – Bahia

Tel: (77) 3424-0102

e-mail: maimendonca@hotmail.com

Resumo

A análise do ângulo do processo coronóide da mandíbula e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em diferentes classes esqueléticas mostra o reflexo das modificações compensatórias inerentes a essas classes sobre a relação morfo-funcional entre as duas estruturas analisadas. O objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula no sentido látero-lateral e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal em indivíduos Classe I e II esquelética. Foram avaliados 47 voluntários (18 do gênero feminino e 29 do gênero masculino, média de $24,5 \pm 3.9$ anos) subdivididos em dois grupos de acordo com o ângulo ANB, em Classe I (n=25) e II (n=22). Foram realizados dois exames radiográficos, uma telerradiografia em norma lateral para a mensuração do ângulo ANB e classificação dos indivíduos, e uma telerradiografia em norma frontal para a mensuração do ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral. O exame eletromiográfico foi realizado com a finalidade de avaliar a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal. A análise estatística dos dados mostrou não haver relação entre o ângulo do processo coronóide e a classe esquelética nas classes analisadas. Os valores médios foram semelhantes em indivíduos Classe I e II, e a variabilidade intra-classe foi significativa. Não houve relação entre a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal e o ângulo do processo coronóide nos indivíduos Classe I e II. Indivíduos Classe II apresentaram atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal menor quando comparados a indivíduos Classe I. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as classes esqueléticas analisadas não influenciam no ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral; a angulação do processo coronóide não é influenciada pela atividade da parte anterior do músculo temporal indivíduos em Classe I e II; e a atividade da parte anterior do músculo temporal menor pode ser influenciada pela classe esquelética em indivíduos Classe II.

Palavras-chave: processo coronóide, classe esquelética, eletromiografia, músculo temporal.

Abstract

The analysis of the angle of the coronoid process of the mandible and electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle in different skeletal classes shows the effect of the compensatory modifications inherent to these classes on the morpho-functional relation between the structures analyzed. The objective of this work was to determine the relation between the angle of the coronoid process of the mandible in the latero-lateral direction and electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle in skeletal Class I and II individuals. The sample consisted of 47 volunteers (18 females and 29 males with a mean age of 24.5 ± 3.9 years) subdivided into two groups according to the ANB angle, namely, Class I (n=25) and II (n=22). Two radiographic examinations were performed, a lateral cephalogram one for measurement of the ANB angle and classification of the individuals, and a posteroanterior (PA) cephalogram one for measurement of the angle of the coronoid process in the latero-lateral direction. An electromyographic examination was performed to determine the electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle. Statistical analysis of the data showed that the relation between inclination of the coronoid process and skeletal class was negative for both classes studied. The mean values were similar in individuals of Class I and II, and the variability intra-class was significant. The relation between electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle and the angle of the coronoid process was negative for individuals of Class I and II. Class II individuals showed lower electromyographic activity of the anterior part of the temporal muscle when compared with Class I individuals. Based on the results obtained, the following conclusions can be drawn: the skeletal classes studied do not influence the angle of the coronoid process in the latero-lateral direction; the angle of the coronoid process in individuals of Class I and II is not influenced by the activity of the anterior part of the temporal muscle; and the activity of the anterior part of the temporal muscle can be influenced by the skeletal class in the individuals of Class II group.

Key words: coronoid process, skeletal class, electromyography, temporal muscle.

Introdução

A relação entre morfologia óssea e função muscular tem sido evidenciada por meio de pesquisas realizadas desde o século XIX. A interação entre esses dois fatores foi determinada pela teoria de Wolff²¹ que afirma que a morfologia e arquitetura óssea dependem da tensão aplicada ao osso pelo músculo que neste se insere. O sistema músculo-esquelético da região craniofacial é complexo no que se refere a esta relação morfo-funcional¹⁸. A mandíbula é formada por unidades morfogenéticas e funcionais distintas, como o corpo mandibular, processo alveolar, região goníaca, côndilo e processo coronóide²².

O músculo temporal se insere em sua maior extensão na face medial do processo coronóide da mandíbula, e estes elementos possuem uma relação de dependência morfo-funcional, evidenciada desde o período embrionário em seres humanos¹⁸. A diferenciação e desenvolvimento do processo coronóide da mandíbula neste período estão vinculados à diferenciação do músculo temporal. A observação de regressão ou ausência completa deste processo após remoção cirúrgica temporal em ratos recém-nascidos, sugerem que esta relação de dependência persiste durante período pós-natal^{8, 20}. Esses achados indicam que o crescimento e morfologia do processo coronóide da mandíbula neste período também é totalmente dependente da presença de um músculo temporal funcionante. Além de redução no tamanho, alterações na inclinação deste processo também foram observadas após a remoção do músculo temporal em gatos e cachorros^{2, 10}.

Durante o movimento de elevação da mandíbula, a parte anterior do músculo temporal traciona o processo coronóide superior e lateralmente, em virtude da direção de contração das suas fibras¹. A tensão exercida por este músculo pode influenciar de maneira distinta o crescimento e morfologia do processo coronóide, quando este é analisado nas diferentes classes esqueléticas²³.

Diferenças entre os padrões de crescimento de indivíduos Classe I e II foram evidenciadas por meio de modificações que ocorrem na morfologia mandibular dos indivíduos Classe II¹⁴. Alterações na inclinação ou posição espacial do ramo mandibular pode modificar o ângulo do processo coronóide que está localizado em sua porção superior⁶.

O ângulo do processo coronóide no sentido látero-lateral foi analisado nas diferentes classes esqueléticas. Indivíduos Classe II não apresentaram variação significativa neste ângulo, indicando uma uniformidade do grupo em relação a este parâmetro²³.

A atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal foi analisada em indivíduos com diferentes classes esqueléticas. A comparação entre sujeitos Classe I e II mostrou que, durante a contração isométrica voluntária máxima e contração isotônica, a força de mordida e a atividade do músculo temporal foi menor em indivíduos Classe II, indicando que a força de contração muscular é menor neste grupo. No repouso, o registro eletromiográfico deste músculo foi maior no grupo Classe II^{4, 7, 11, 15}.

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de uma possível relação entre o ângulo do processo coronóide da mandíbula e a atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal, em indivíduos Classe I e II esquelética.

Material e Métodos

1. Seleção da amostra

A amostra foi composta 47 voluntários (18 do gênero feminino e 29 do gênero masculino, média de $24,5 \pm 3.9$ anos) subdivididos em dois grupos de acordo com o ângulo ANB¹⁹, em Classe I (n=25) e II (n=22). Foram selecionados os voluntários que apresentaram os seguintes critérios: dentição permanente completa; ausência de tratamento ortodôntico e ortopédico prévio ou história de cirurgia ortognática; ausência de sinais e sintomas de disfunção temporomandibular; ausência de mordida cruzada anterior e posterior, ou mordida aberta anterior; não utilização de medicamentos analgésicos, antiinflamatórios ou miorrelaxantes durante o período da coleta, pois seus efeitos podem alterar os registros eletromiográficos.

2. Exame Radiográfico

Telerradiografias em norma lateral e frontal foram realizadas com a finalidade de determinar a classe esquelética e os valores relativos ao ângulo do processo coronóide dos voluntários, respectivamente. O equipamento utilizado para a obtenção das imagens radiográficas foi o Quint Sectograph Linear Tomography Unit (Denar Corp.) pertencente à área de Radiologia da FOP/UNICAMP .

Para as classificações esqueléticas, os voluntários foram subdivididos, com base nos valores do ângulo ANB¹⁹, em dois grupos, Classe I ($0^\circ \leq \text{ANB} \leq 4^\circ$) e Classe II ($\text{ANB} > 4^\circ$).

Para a mensuração do ângulo do processo coronóide nas telerradiografias em norma frontal, foram utilizados como referência a imagem do ponto mais medial da sutura frontozigomática, e a imagem da borda medial do processo coronóide. O ponto mais anterior da sutura frontozigomática foi marcado bilateralmente, e uma linha horizontal unindo esses dois pontos foi traçada, gerando um plano de referência. Uma segunda linha foi traçada bilateralmente, tangenciando a imagem da borda medial do processo coronóide cruzando a primeira linha traçada. O ângulo interno formado entre as duas linhas traçadas foi mensurado bilateralmente, e a ângulo do processo coronóide foi então registrada por meio dos valores expressos por este ângulo (Figura 1 e 2).

Todos os traçados e mensurações foram realizados em papel de acetato fixado às radiografias, sendo executados pelo mesmo observador, em três dias diferentes, com intervalo de uma semana entre as mensurações.

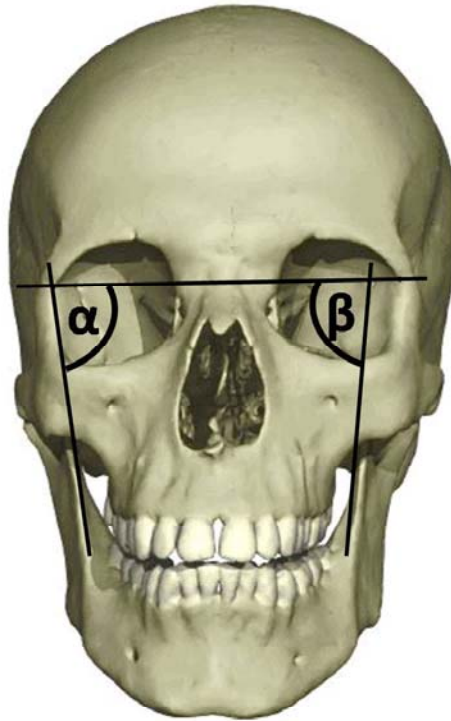


Figura 1. Representação esquemática no crânio da mensuração da ângulo do processo coronóide do lado direito (ângulo α) e esquerdo (ângulo β).
Fonte: Kindersley (1997).

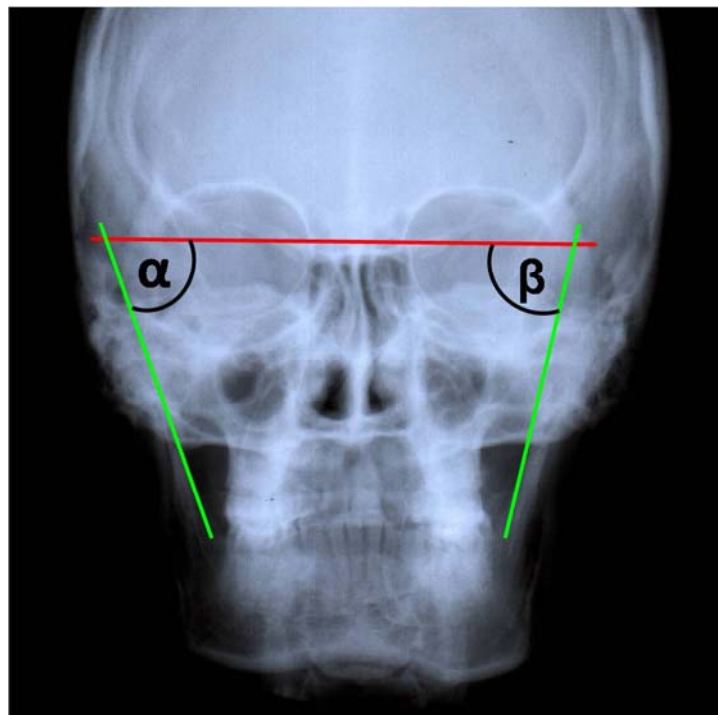


Figura 2. Representação esquemática na radiografia da mensuração da ângulo do processo coronóide do lado direito (ângulo α) e esquerdo (ângulo β).

Exame eletromiográfico

Para o registro do sinal eletromiográfico foi utilizado o equipamento Myosystem I (*Prosecon*, Uberlândia) Ltda de 12 canais, sendo 8 para eletromiografia e 4 canais de apoio. Os sinais eletromiográficos foram condicionados através de amplificadores de instrumentação programáveis via *software* e filtros analógicos passa-alta de 20Hz e passa-baixa de 1000 Hz. A digitalização foi realizada com frequência de amostragem de 4000Hz, com 12 bits de resolução e amostragem simultânea dos sinais. A visualização e o processamento do sinal foi realizado com o *software Myosystem I* versão 2.22.

Os exames eletromiográficos foram realizados no Laboratório de Eletromiografia da FOP/UNICAMP seguindo protocolo deste laboratório¹². Para a captação dos potenciais de ação dos músculos foram utilizados eletrodos ativos diferenciais simples (*Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda*), com ganho de 20 vezes, posicionados sobre a pele, na região correspondente à localização do ventre muscular da parte anterior do músculo temporal. Um eletrodo de referência, composto de aço inoxidável, untado em sua interface com gel hidrossolúvel, foi posicionado na região correspondente ao manúbrio do osso esterno, para eliminar ruídos de aquisição.

Os exames eletromiográficos foram realizados com os voluntários sentados, posicionados com o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo, sem visualizar os registros no monitor do computador.

Os registros eletromiográficos foram realizados durante contração bilateral simultânea de acordo com o seguinte protocolo:

- Contração isotônica durante 10 segundos com Parafilm M[®] (American National Can TM Chicago, IL.60641): esta aquisição foi ritmada por um metrônomo calibrado em 60 ciclos (Figuras 3 e 4).

Essa tarefa foi realizada três vezes na mesma sessão com intervalo de um minuto entre os registros.

O *software Myosystem I* versão 2.22 foi utilizado para o processamento dos dados eletromiográficos. O sinal eletromiográfico bruto foi utilizado para derivar os valores da amplitude eletromiográfica obtidos através do cálculo da integral da envoltória. Os

valores da integral da envoltória foram normalizados pelo valor médio de amplitude eletromiográfica, que apresentou menor coeficiente de variação.

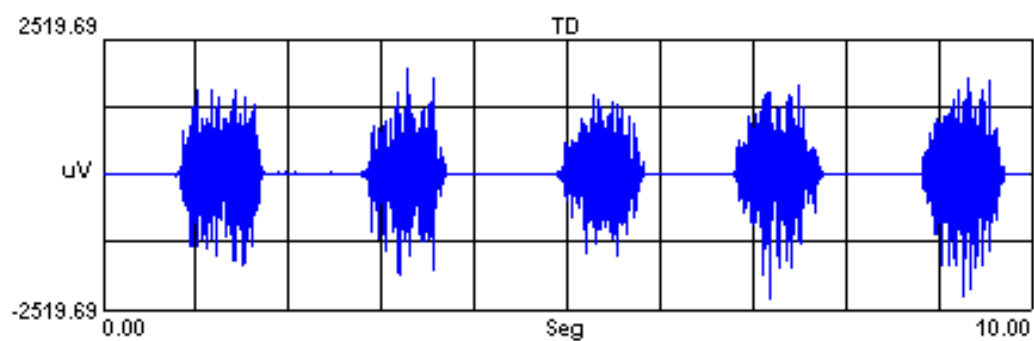


Figura 3. Sinal eletromiográfico da parte anterior do músculo temporal direito.

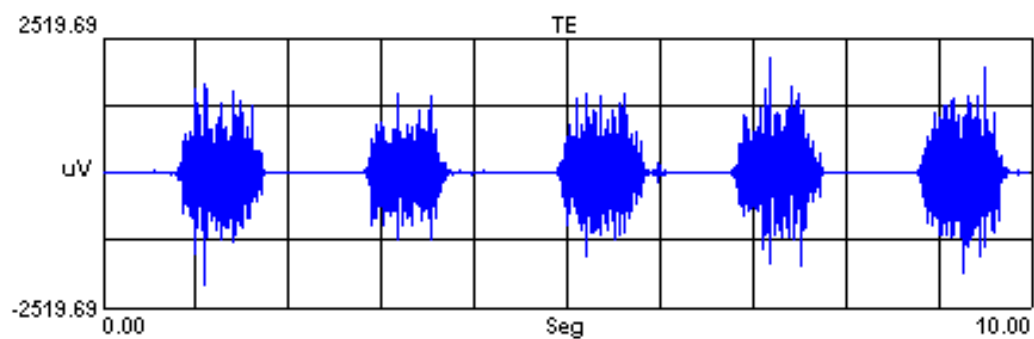


Figura 4. Sinal eletromiográfico da parte anterior do músculo temporal esquerdo.

Resultados

Para a análise dos dados os seguintes testes estatísticos foram utilizados: análise de variância para exemplo com um experimento (one-way ANOVA), teste de Pearson, e coeficiente de correlação intra-classe (ICC)¹⁶. Foi considerado um nível de significância de 5% para os testes estatísticos utilizados. Com o objetivo de descrever os resultados observados foi utilizado a média, desvio padrão e limites de intervalo de confiança de 95%, valores que permitem descrever características básicas das medidas observadas. Os valores do ICC foram acima de 0,95 para todas as mensurações realizadas.

1. Não houve relação entre o ângulo do processo coronóide e classe esquelética nas classes analisadas ($p > 0,05$), indicando que não existe correlação entre esses dois fatores. Os valores médios para as duas classes foram semelhantes, e a variabilidade intra-classe foi significativa (Gráficos 1 e 2).

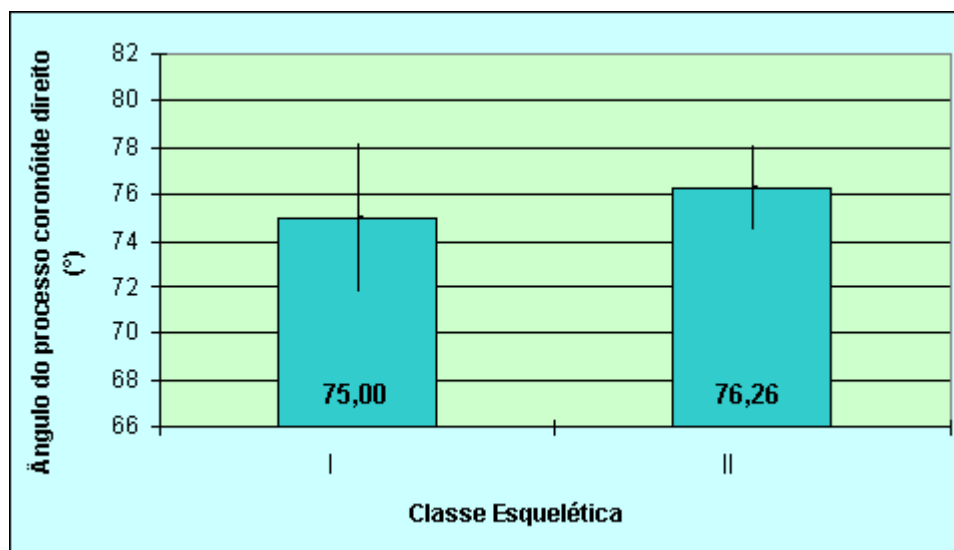


Gráfico 1. Médias e intervalos de confiança (95%) do ângulo do processo coronóide direito nas Classes I e II.

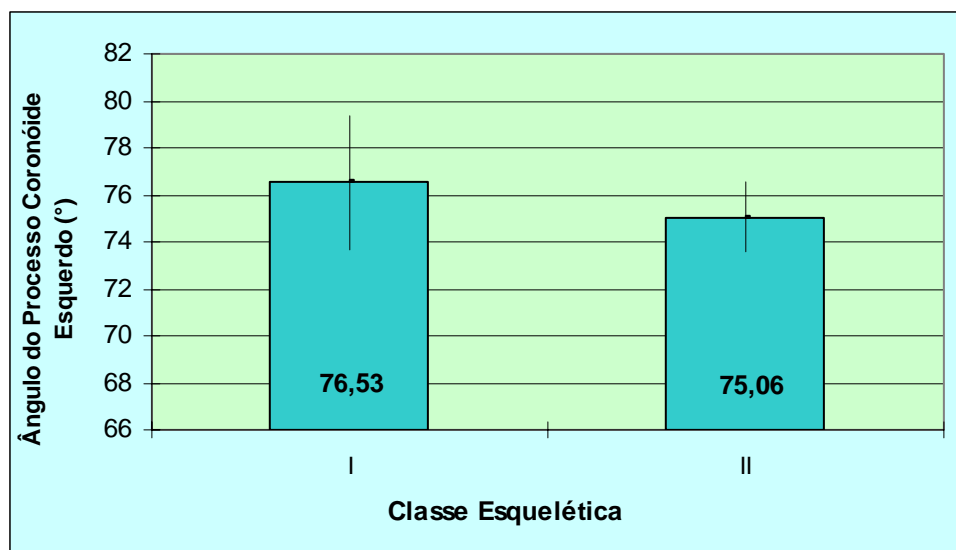


Gráfico 2. Médias e intervalos de confiança (95%) do ângulo do processo coronóide esquerdo nas Classes I e II.

2. A relação entre atividade eletromiográfica da parte anterior músculo temporal e ângulo do processo coronóide não foi estatisticamente significativa em ambas as classes estudadas ($p > 0,05$), indicando que nessas duas classes não há correlação entre esses dois fatores (Gráficos 3, 4, 5 e 6).

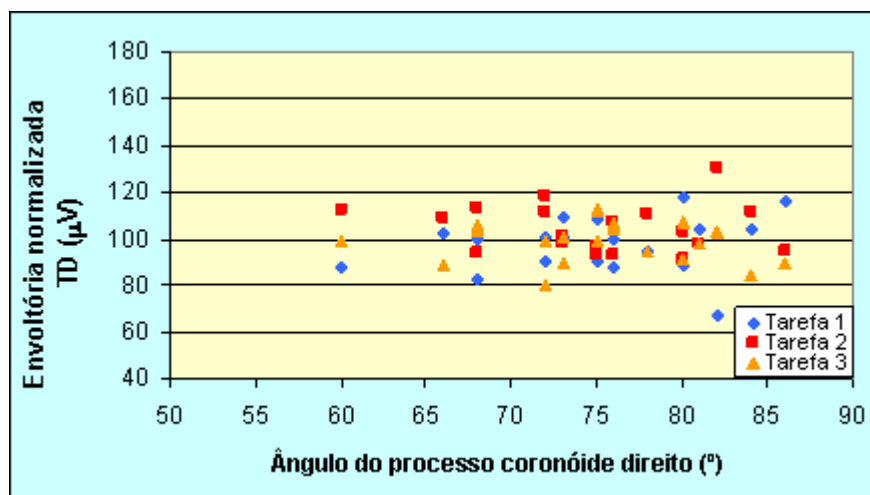


Gráfico 3. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal direito (TD) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide direito na Classe I esquelética.

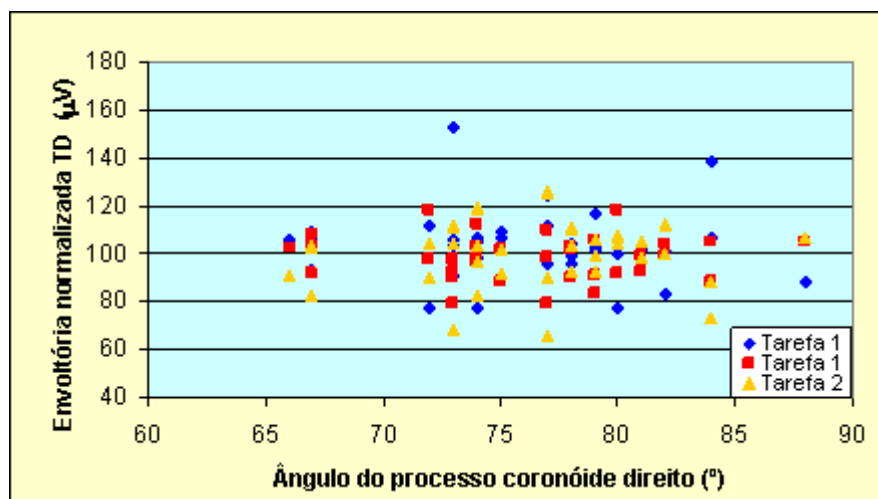


Gráfico 4. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal direito (TD) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide direito na Classe II esquelética.

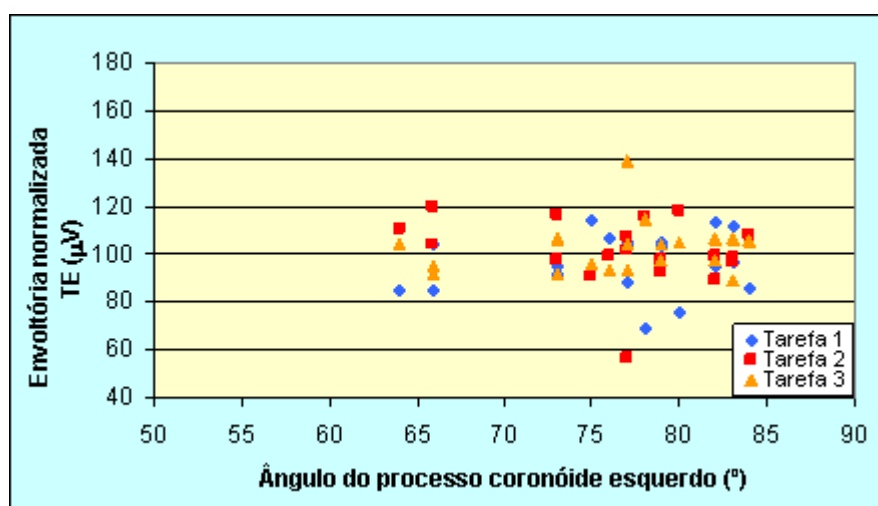


Gráfico 5. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal esquerdo (TE) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide esquerdo na Classe I esquelética.

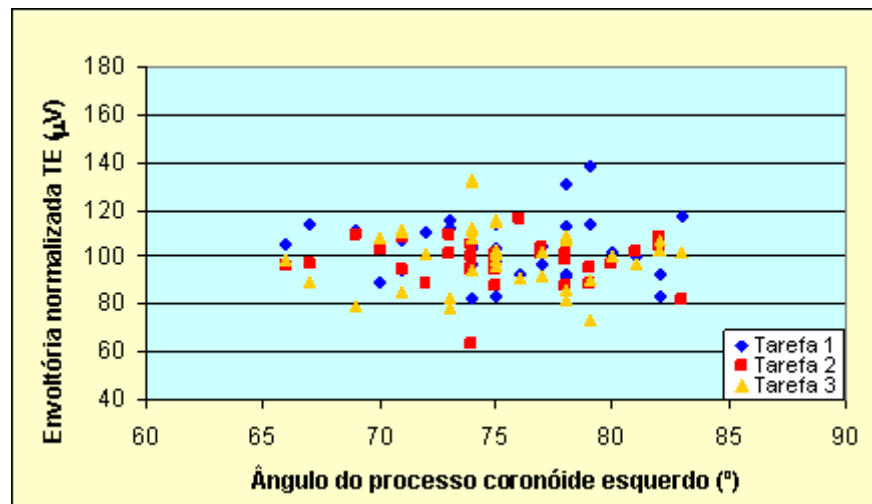


Gráfico 6. Associação dos valores de envoltória normalizada do músculo temporal esquerdo (TE) nas três realizações da tarefa com o ângulo do processo coronóide esquerdo na Classe II esquelética.

3. Indivíduos classe II possuem atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal menor ($p < 0,05$), quando comparados a indivíduos classe I (Gráficos 7 e 8).

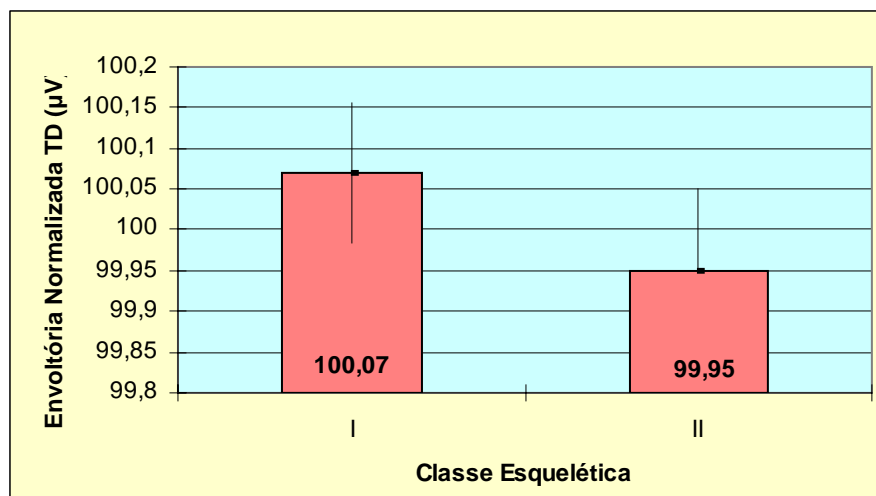


Gráfico 7. Médias e intervalos de confiança (95%) da envoltória normalizada do temporal direito (TD) nas Classes I e II.

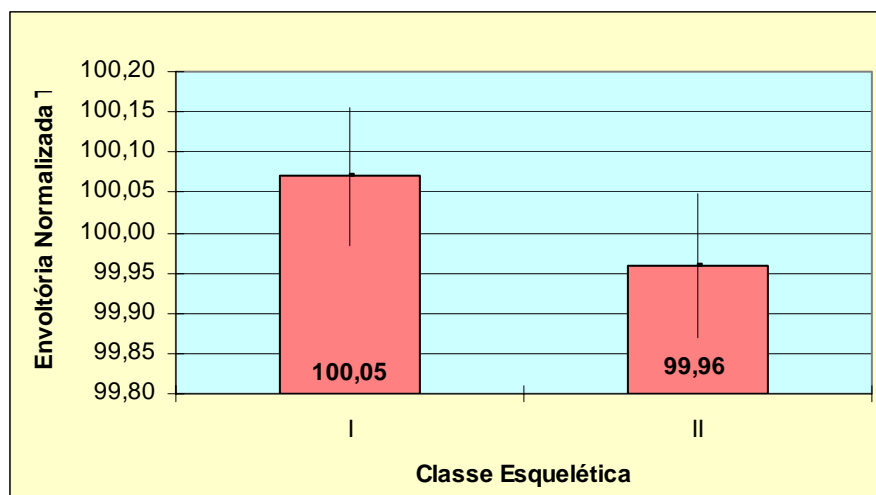


Gráfico 8. Médias e intervalos de confiança (95%) da envoltória normalizada do temporal esquerdo (TE) nas Classes I e II.

Discussão

Alterações na tensão muscular podem influenciar na morfologia e arquitetura interna do osso já desenvolvido. Sua estrutura e forma são alteradas para se adequar à nova função²¹. Do ponto de vista filogenético, é aceito que a morfologia óssea reflete a função muscular, e uma variação na morfologia mandibular entre espécies reflete uma variação nas necessidades destas¹⁷. Reduções nas dimensões e inclinações do processo coronóide^{2, 10, 17}, ou até mesmo a ausência completa deste processo^{8, 20} em virtude da remoção do músculo temporal em animais, expressa essa relação entre morfologia óssea e função muscular.

A mandíbula sofre alterações morfológicas e espaciais durante o crescimento do complexo craniofacial, e essas alterações variam a depender da relação maxilo-mandibular do indivíduo^{6, 13, 23}. A análise da correlação entre ângulo do processo coronóide e atividade da parte anterior do músculo temporal em diferentes classes esqueléticas mostra a influência das alterações sofridas pela mandíbula inerentes a estas classes, sobre a relação morfo-funcional entre processo coronóide e músculo temporal.

A ausência de relação entre o ângulo do processo coronóide e as classes esqueléticas analisadas, e a variabilidade intra-grupo observada nesse estudo sugerem que outros fatores, que não a classe esquelética podem influenciar no ângulo do processo coronóide.

A face e o crânio representam uma mistura complexa de desequilíbrios regionais contrabalançados. Indivíduos Classe I têm uma tendência predominante para Classe II ou III esquelética, ou seja, eles apresentam as características morfológicas inerentes a uma dessas classes. A diferença entre indivíduos Classe I e II, por exemplo, é a extensão dos desequilíbrios e o número e extensão das características compensatórias. Se as características compensatórias são adequadas, o resultado é a relação de Classe I esquelética, caso essas características falhem parcial ou totalmente, o resultado é uma discrepância maxilo-mandibular que pode variar de leve a grave⁶. Portanto, a extensão dos desequilíbrios e características compensatórias pode variar em uma mesma classe esquelética, o que pode justificar a variabilidade no ângulo do processo coronóide encontrada nesse estudo.

A estabilidade oclusal está relacionada à performance muscular e representa o equilíbrio funcional do sistema estomatognático. Alterações oclusais, como a presença de contato prematuro pode alterar este equilíbrio, e, conseqüentemente a função muscular. Assim, indivíduos com estabilidade oclusal têm apresentado menor tempo de contração muscular e potenciais eletromiográficos maiores durante a mastigação do que indivíduos com estabilidade oclusal comprometida³.

A análise da relação entre atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal e classe esquelética mostrou que nos indivíduos Classe II essa atividade foi significativamente menor, quando comparada aos indivíduos Classe I. Esses resultados estão de acordo com pesquisas anteriores que afirmaram que a eficiência mastigatória, força de mordida, e atividade eletromiográfica do músculo temporal durante contração isotônica e contração isométrica voluntária máxima foi menor em indivíduos Classe II^{4, 7, 11, 15}. Alterações eletromiográficas expressam desordens proprioceptivas na atividade dos músculos mastigatórios, e em indivíduos Classe II alterações musculares podem contribuir para a severidade de alterações oclusais características, inibindo possíveis mecanismos de equilíbrio oclusal¹. Padrões mastigatórios irregulares observados em indivíduos Classe II refletem esse desequilíbrio oclusal⁵.

A variabilidade encontrada nos valores do ângulo do processo coronóide de indivíduos Classe II não interferiu na determinação da atividade eletromiográfica menor deste músculo, ou seja, esses dois fatores são independentes. A atividade eletromiográfica da parte anterior do músculo temporal é menor nesses indivíduos, porém sua influência não é suficiente para determinar uma alteração no ângulo do processo coronóide, o que pode justificar a variabilidade deste ângulo.

Conclusões

1. A angulação do processo coronóide não é influenciada pelas classes esqueléticas analisadas.
2. Não há influência da atividade da parte anterior do músculo temporal sobre o ângulo do processo coronóide em indivíduos Classe I e II.
3. A atividade da parte anterior do músculo temporal pode ser influenciada pela classe esquelética em indivíduos Classe II .

Referências

1. Antonini G, Colantonio L, Macretti N, Lenzi GL. Electromyographic findings in class II, division 2 and class III malocclusions. *Electromyography and clinical Neurophysiology*. 1990; 30(1): 27-30.
2. Avis V. The relation of the temporal muscle to the form of the coronoid process. *Amer J Phys Anthropol*. 1959; 17: 99-104.
3. Bakke M, Michler L, Moller E. Occlusal control of mandibular elevator muscles. *Scand J Dent Res*. 1992; 100(5): 284-91.
4. Braber W, Glas H, Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular surgery. *J Oral Maxillofacial Surg*. 2004; 62(5): 549-54.
5. Deguchi T, Toshifumi K, Garetto L. Statistics of differential Lissajous EMG for normal occlusion and Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994; 105(1): 42-8.
6. Enlow DH. *Facial Growth*. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 46.
7. Harper RP, Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J Oral Maxillofacial Surg*. 1997; 55(3): 225-33.
8. Horowitz SL, Shapiro HH. Modifications of mandibular architecture following removal of the temporalis muscle in the rat. *J Dent Res*. 1951; 30(2): 276-280.
9. Kindersley D. *O Esqueleto Humano em 3D*. Editora Globo; 1997.
10. Liebman FM, Kussick L. An electromyographic analysis of the coronoid process in the rat. *Acta Anat*. 1970; 77: 11-24.
11. Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod*. 1991; 61(4): 277-284.
12. Pedroni CR, Borini CB, Bérzin F. Electromyographic examination in temporomandibular disorders – evaluation protocol. *Braz J Oral Sci*. 2004; 3(10): 526-29.

13. Pirttiniemi P. Normal and increased functional asymmetries in the craniofacial area. *Acta Odontol Scand.* 1998; 56(6): 342-45.
14. Riesmeijer AM, Prahl-Andersen B, Mascarenhas AK, Joo BH, Vig KWL. A comparison of craniofacial Class I and Class II growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125(4): 463-471.
15. Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. Functional characteristics of retrognathic patients before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofacial Surg.* 1995; 53(8): 898-908.
16. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychological Bulletin.* 1979; 86(2): 420-428.
17. Soni NN, Malloy RB. Effect of removal of the temporal muscle on the coronoid process in guinea pigs: quantitative triple fluorochrome study. *J Dent Res.* 1974; 53(2): 474-480.
18. Spyropoulos MN. The morphogenetic relationship of the temporal muscle to the coronoid process in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1977; 150(3): 395-409.
19. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* 1953; 39(10): 729-755.
20. Washburn SL. The relation of the temporal muscle to the form of the skull. *Anat Rec.* 1947; 99: 239-248.
21. Wolff J. *Virchow's Arch. Pathol. Anat. Physiol.* 1899; 155: 256.
22. Woodside DG, Altuna G, Harvold M, Herbert M, Metaxas A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. *Am J Orthod.* 1983; 83(6): 460-68.
23. Yamaoka M, Okafuji N, Furusawa K, Hasumi-Nakayama Y, Hayama H, Yamada AS *et al.* Alteration of the angle of the coronoid process in prognathism. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(5): 479-84.

CONCLUSÕES

1. A angulação do processo coronóide não é influenciada pela classe esquelética.
2. A angulação do processo coronóide pode ser influenciada pela atividade da parte anterior do músculo temporal no lado direito do grupo Classe III.
3. A atividade da parte anterior do músculo temporal não influencia no ângulo do processo coronóide de indivíduos Classe I e II.
4. A atividade da parte anterior do músculo temporal pode ser influenciada pela classe esquelética em indivíduos II.
5. A atividade da parte anterior do músculo temporal não é influenciada pela classe esquelética nos indivíduos Classe I e III.

REFERÊNCIAS*

- Antonini G, Colantonio L, Macretti N, Lenzi GL. Electromyographic findings in class II, division 2 and class III malocclusions. *Electromyography and clinical Neurophysiology*. 1990; 30(1): 27-30.
- Avis V. The relation of the temporal muscle to the form of the coronoid process. *Amer J Phys Anthropol*. 1959; 17: 99-104.
- Bacon GE, Griffiths RK. Texture, stress and age in the human femur. *J Anat*. 1985; 143: 97-101.
- Boyd TG, Castelli WA, Huelke DF. Removal of temporalis muscle from its origin: effects on the size and shape of the coronoid process. *J Dent Res*. 1967; 46(5): 997-1001.
- Braber W, Glas H, Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular surgery. *J Oral Maxillofacial Surg*. 2004; 62(5): 549-54.
- Cha BK, Kim C, Baek S. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod*. 2007; 77: 463- 470.
- Enlow DH. *Facial Growth*. Philadelphia: Saunders; 1990. p. 46.
- Goodship AE, Lanyon LE, McFie H. Functional adaptation of bone to increased stress. An experimental study. *J Bone Joint Surg Am*. 1979; 61(4): 539-46.
- Harper RP, Bruin H, Burcea I. Muscle activity during mandibular movements in normal and mandibular retrognathic subjects. *J Oral Maxillofacial Surg*. 1997; 55(3): 225-33.
- Horowitz SL, Shapiro HH. Modifications of mandibular architecture following removal of the temporalis muscle in the rat. *J Dent Res*. 1951; 30(2): 276-280.
- Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles. *J Oral Rehabil*. 1974; 1(2): 131-47.
- Jee WS, Li XJ. Adaptation of cancellous bone to overloading in the adult rat: a single photon absorbiometry and histomorphometric study. *Anat Rec*. 1990; 227(4): 418-26.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

- Kiliaridis S. Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand.* 1995; 53(3): 196-202.
- Kobayashi T, Honma K, Shingaki S, Nakajima T. Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. *British J Oral Maxillofacial Surg.* 2001; 39(4): 260-265.
- Li XJ, Jee WS. Adaptation of diaphyseal structure to aging and decreased mechanical loading in the adult rat: a densitometric and histomorphometric study. *Anat Rec.* 1991; 229(3): 291-7.
- Liebman FM, Kussick L. An electromyographic analysis of the coronoid process in the rat. *Acta Anat.* 1970; 77: 11-24.
- Meade JB, Cowin SC, Klawitter JJ, Van Buskirk WC, Skinner HB. Bone remodeling due to continuously applied loads. *Calcif Tissue Int.* 1984; 36 Suppl 1: S25-30.
- Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 1991; 61(4): 277-284.
- Nakata Y, Ueda HM, Kato M, Tabe H, Shikata-Wakisaka M, Matsumoto E *et al.* Changes in stomatognathic function induced by orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. *J Oral Maxillofacial Surg.* 2007; 65(3): 444-451.
- Riesmeijer AM, Prahl-Andersen B, Mascarenhas AK, Joo BH, Vig KWL. A comparison of craniofacial Class I and Class II growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125(4): 463-471.
- Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcif Tissue Int.* 1985; 37(4): 411-7.
- Soni NN, Malloy RB. Effect of removal of the temporal muscle on the coronoid process in guinea pigs: quantitative triple fluorochrome study. *J Dent Res.* 1974; 53(2): 474-480.
- Spyropoulos MN. The morphogenetic relationship of the temporal muscle to the coronoid process in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1977; 150(3): 395-409.
- Tecco S, Caputi S, Festa F. Electromyographic activity of masticatory, neck and trunk muscles of subjects with different skeletal facial morphology – a cross-sectional evaluation. *J Oral Rehabil.* 2007; 34(7): 478-86.

Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP. Functional characteristics of retrognathic patients before and after mandibular advancement surgery. J Oral Maxillofacial Surg. 1995; 53(8): 898-908.

Washburn SL. The relation of the temporal muscle to the form of the skull. Anat Rec. 1947; 99: 239-248.

Wolff J. Virchow's Arch. Pathol. Anat. Physiol. 1899; 155: 256-263.

Woodside DG, Altuna G, Harvold M, Herbert M, Metaxas A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. Am J Orthod. 1983; 83(6): 460-68.

Yamaoka M, Okafuji N, Furusawa K, Hasumi-Nakayama Y, Hayama H, Yamada AS *et al.* Alteration of the angle of the coronoid process in prognathism. J Oral Rehabil. 2001; 28(5): 479-84.

ANEXO 01 – Certificado do Comitê de Ética

	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	
CERTIFICADO		
<p>O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Relação entre a inclinação do processo coronóide e a atividade eletromiográfica do músculo temporal nas diferentes classes oclusais", protocolo nº 185/2004, dos pesquisadores PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA e MAISE MENDONÇA AMORIM, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 01/03/2005.</p>		
<p>The Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that project "Relation between the angle of coronoid process and electromyographic activity in the different occlusal classes", register number 185/2004, of PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA and MAISE MENDONÇA AMORIM, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for researching in human subjects and was approved by this committee at 01/03/2005.</p>		
 Cinthia Pereira Machado Tabchoury Secretária CEP/FOP/UNICAMP		 Jacks Jorge Júnior Coordenador CEP/FOP/UNICAMP